



(19)

(11) Publication number:

61231788 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 60073882

(51) Intl. Cl.: H01S 3/18 H01L 33/00

(22) Application date: 08.04.85

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 16.10.86

(84) Designated contracting states:

(71)

Applicant:

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor:

MORI YOSHIHIRO
SHIBATA ATSUSHI
OGURA MOTOTSUGU

(74)

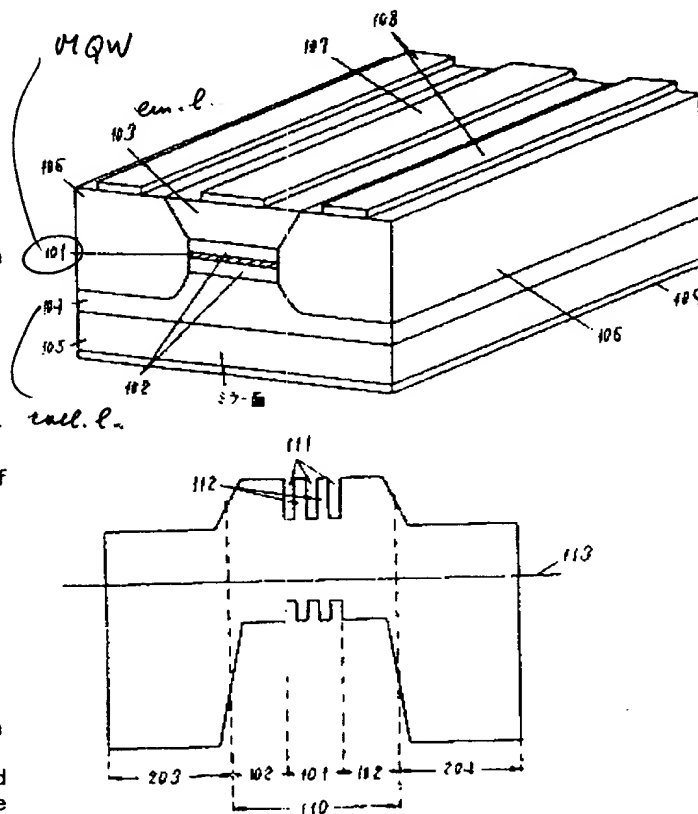
Representative:

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

(57) Abstract:

PURPOSE: To facilitate high speed operation by a method wherein a multiquantum well is provided in a base layer to facilitate laser oscillation or light emission of a laser transistor or a light emitting transistor in an activated condition.

CONSTITUTION: Referring an energy level diagram which describes the band conditions of an emitter layer 103, a base layer 110 and a collector layer 104, a multiquantum well 101 consists of two types of InGaAsP layers which have respective forbidden band widths different from each other, i.e. an $\text{In}_{0.73}\text{Ga}_{0.27}\text{As}_{0.59}\text{P}_{0.41}$ quantum well layer 111 and an $\text{In}_{0.87}\text{Ga}_{0.13}\text{As}_{0.31}\text{P}_{0.69}$ barrier layer 112. Carriers are captured in the layer with the narrower forbidden band and recombination is created and a light is emitted. Therefore, quantity of the emitted light depends upon quantity of the captured carriers and the wavelength of the emitted light is determined by the layer thickness. The thickness of the multiquantum well layer 101 is 700\AA . The reference numeral 102 denotes a P-type $\text{In}_{0.87}\text{Ga}_{0.13}\text{As}_{0.31}\text{P}_{0.69}$ layer, 103, an N-type InP emitter layer and 104, an N-type InP collector layer.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-231788

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)10月16日

H 01 S 3/18
H 01 L 33/00

7377-5F
6819-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体発光素子

⑯ 特 願 昭60-73882

⑰ 出 願 昭60(1985)4月8日

⑱ 発 明 者	森 義 弘	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 発 明 者	柴 田 淳	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑳ 発 明 者	小 倉 基 次	門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
㉑ 出 願 人	松下電器産業株式会社	門真市大字門真1006番地	
㉒ 代 理 人	弁理士 中尾 敏男	外1名	

明 細 書

1、発明の名称

半導体発光素子

2、特許請求の範囲

- (1) 2元素あるいは3元素以上の組成の異なる2種類以上の化合物半導体薄膜を交互に3層以上積み重ねて構成した薄膜多層領域と、上記薄膜多層領域を挟む第1導電型の第1の半導体層と、上記第1の半導体層の主面に接する第2導電型で上記第1の半導体層より広い禁制帯幅を持つ第2の半導体層と、上記第2の半導体層と対向し上記第1の半導体層の主面に接する第2導電型の第3の半導体層を備えてなる半導体発光素子。
- (2) 第2、第3の半導体層の屈折率が第1の半導体層の屈折率より大きくないことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体発光素子。
- (3) 第1の半導体層と薄膜多層領域がペーシング

第2の半導体層がエミッタ層、第3の半導体層がコレクタ層であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体発光素子。

- (4) 第1の半導体層の禁制帯幅が薄膜多層領域の半導体の最も広い禁制帯に比べて狭くないことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体発光素子。
- (5) 薄膜多層領域で生じた光のための光学的共振器を具備することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体発光素子。
- (6) 薄膜多層領域は有限金属気相成長法で形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体発光素子。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は半導体レーザ、発光トランジスタ、レーザトランジスタなどの半導体発光素子に関する。

従来の技術

従来のレーザトランジスタあるいは発光トランジスタは1つ以上のヘテロ接合を持つトランジスタ構造を持っている(例えば、特開昭60-73380)。例えば第4図に示す素子はレーザトランジスタで、ベース層401にP型InGaAsP、エミッタ層402とコレクタ層403にn型InP層を用いた縦型のnpn型トランジスタ構造を持っている。ベース層401にInPと比べて小バンドギャップエネルギー、高屈折率を持つInGaAsPを用いたことで、縦方向の光とキャリア双方のとじこめを行なっている。また、グラフトベース層406は、ベース層401への良好な電流供給と、横方向の光のとじこめを行なっている。この素子は例えば第6図のエミッタ接地の回路構成を用いて駆動する。発光させるときは第6図(A)のようにトランジスタ動作における飽和状態にしてエミッタとコレクタの両方よりベースにキャリアを注入し、再結合を生じさせる。再結合により生じた光は、ベース層の長辺方向に共振し、レーザ光として外部にとり出される。

することを特徴とする。

作用

本発明による上記の構成により、飽和させることなくレーザトランジスタを発振あるいは発光トランジスタを発光させ得るので、変調時に蓄積時間がなくなり、動作の高速化がはかれる。

実施例

第1図は本発明の半導体発光素子の一実施例であるレーザトランジスタを示す。薄膜多層領域は慣例的に多重量子井戸層と呼ばれるので、以後、この名称を用いる。第1図において、101は多重量子井戸層で700オングストローム、102はP型In_{0.8}Ga_{0.1}As_{0.1}P_{0.1}層、103はn型InPエミッタ層、104はn型InPコレクタ層である。106はn型InP基板、105はP型InPグラフトベース層、107はエミッタ電極、108はベース電極、109はコレクタ電極である。101と102とでベース層110が構成される。P型InPグラフトベース層105はベース層110に電流を供給するためのものである。第2図はエ

一方、発光を停止させるには、第6図(B)のようにトランジスタ動作における活性状態またはカットオフ状態にして、ベースからコレクタへ電子を高速で引き出してベース層内でのキャリアの再結合を中止させる方法がとられている。

発明が解決しようとする問題点

このような状態の切りかえは、電気的には通常のスイッチングトランジスタのオンとオフに相当する。しかし、スイッチングトランジスタには、オンからオフへの切りかえのときに蓄積時間と呼ばれる動作遅れ時間が存在する。レーザトランジスタや発光トランジスタでも同様の現象が生じこれが高速動作を妨げていた。

問題点を解決するための手段

本発明は上記問題点を解決するため、ベース層中に多重量子井戸を設けることにより、レーザトランジスタあるいは発光トランジスタを活性状態でレーザ発振あるいは発光させることを可能にするもので、ベース層中に存在する少数キャリアの一部が量子井戸中に捕獲され発光を伴う再結合を

ミッタ層103、ベース層110、コレクタ層104のバンド状態を示すエネルギー単位図である。第2図に示した通り、多重量子井戸層101は禁制帯幅の異なるIn_{0.7}Ga_{0.2}As_{0.1}P_{0.1}量子井戸層111とIn_{0.8}Ga_{0.1}As_{0.1}P_{0.1}バリア層112の2種類のInGaAsP層より成り、禁制帯幅の狭い方の層にキャリアが捕獲され再結合し、発光する。よって発光量は捕獲されるキャリア量に依存し、発光波長は禁制帯幅と層厚によって決まる。

これを第5図に示す回路で抵抗器602の値を従来例よりも小さくして、レーザトランジスタ601を飽和させない状態で駆動する。このときの動作状態のバンド図を第3図に示す。第3図Aはレーザ発振のしきい値電流より大きなベース電流を流した時のバンド図を示す。このとき、多重量子井戸層内には、グラフトベースから供給された正孔と、ベース・エミッタ間電圧に依存する量の電子が存在し、再結合して発光する。発光した光は第1図においてベース層中にとじこめられ、

ミラーで反射をくり返し発振に至る。

一方、第3図Bは第3図Aよりもベース電流を低減し、発光パワーを小さくしたときのバンド図を示す。このときベース・エミッタ間の電圧は下がり、ベース層内の電子は減少する。よってキャリアの減少分だけ発光量も減少する。

以上のようにベース電流の調節によって発光強度が変化するが、これと同時に、活性状態での電流増幅率 β_F に対応した電流増幅も行なえる。また、飽和しないので、速いスイッチング動作が可能になる。

なお、本発明における多重量子井戸層のかわりに、単一量子井戸層を用いても同様の効果が得られることは明らかである。

発明の効果

以上述べてきたように、本発明によれば、飽和状態にせずともレーザ発振するレーザトランジスタ、あるいは発光する発光トランジスタが構成でき、高速動作に極めて有用である。また多重量子井戸構造にしたことにより、レーザ発振のしきい

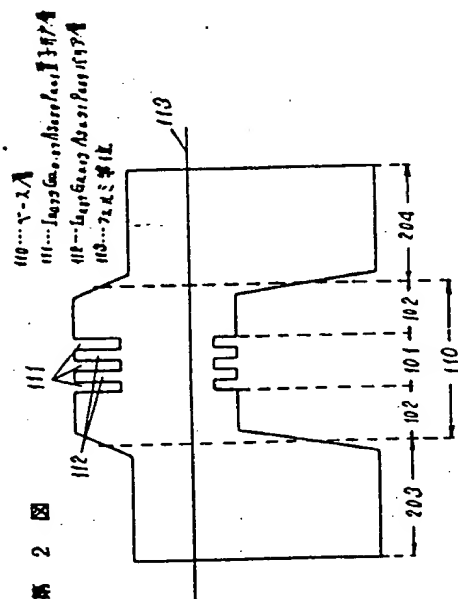
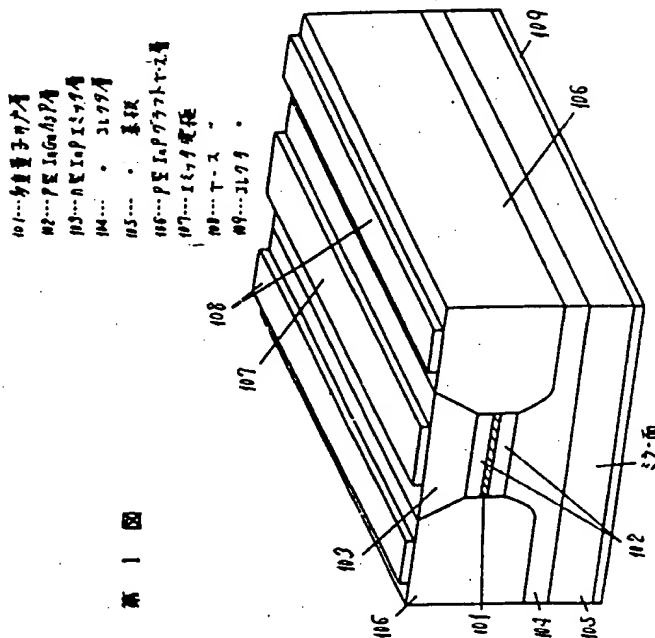
値電流の低減がはかれ、低消費電力化が図れる。

4. 図面の簡単な説明

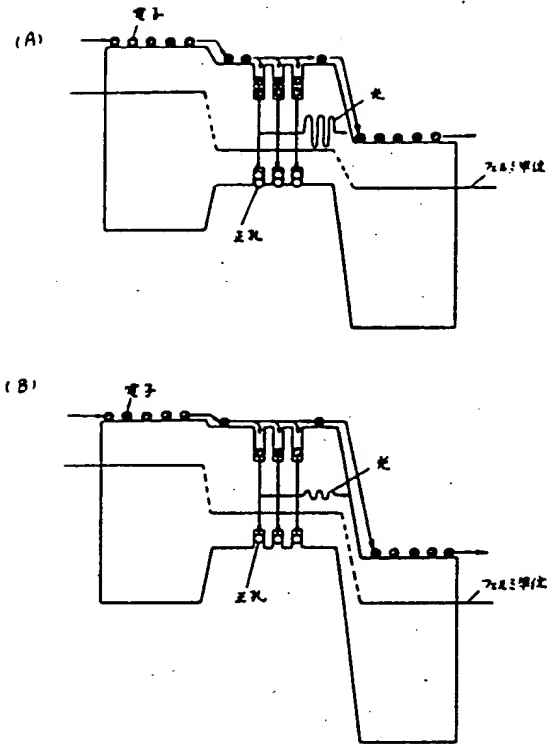
第1図は本発明の一実施例におけるレーザトランジスタの斜視図、第2図は実施例のエネルギー単位を示す図、第3図は本実施例の動作状態におけるエネルギー単位とキャリアの流れを示す図、第4図は従来のレーザトランジスタの斜視図、第5図はレーザトランジスタの駆動回路を示す図、第6図は従来のレーザトランジスタの動作状態におけるエネルギー単位とキャリアの流れを示す図である。

101……多重量子井戸層、102……P型InGaAsP層、103……n型InPエミッタ層、104……n型InPコレクタ層、105……n型InP基板、106……P型InPドラフトベース層、107……エミッタ電極、108……ベース電極、109……コレクタ電極。

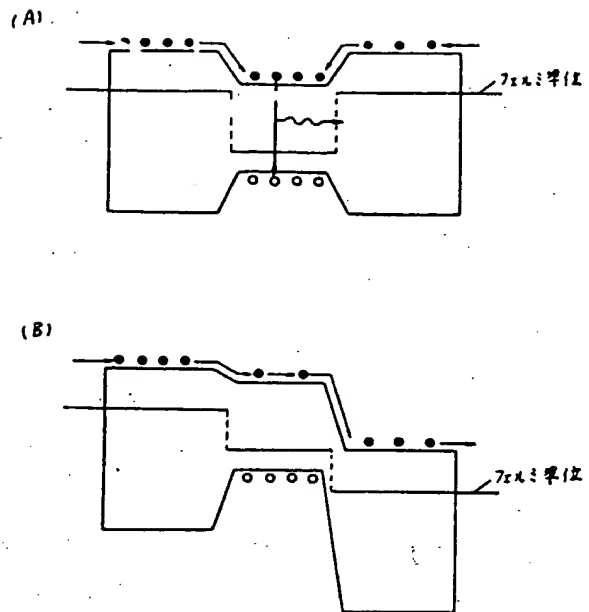
代理人の氏名 弁護士 中 尾 敏 男 ほか1名



第 3 図

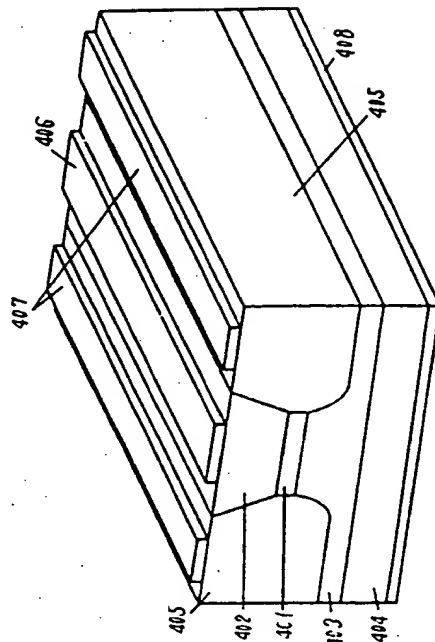


第 6 図



401...p型 InGaAsP 層
402...n型 InP 層
403... 基板
404... 正孔
405...p型 InGaAsP 層
406...InGaAsP 層
407...InGaAsP 層
408...InGaAsP 層

第 4 図



501...LED 素子
502...抵抗器
503...電源

第 5 図

